

ESTG

REABILITAÇÃO NÃO ESTRUTURAL DE FACHADAS DE EDIFÍCIOS – CASO DE ESTUDO

Tiago André Gomes Bota

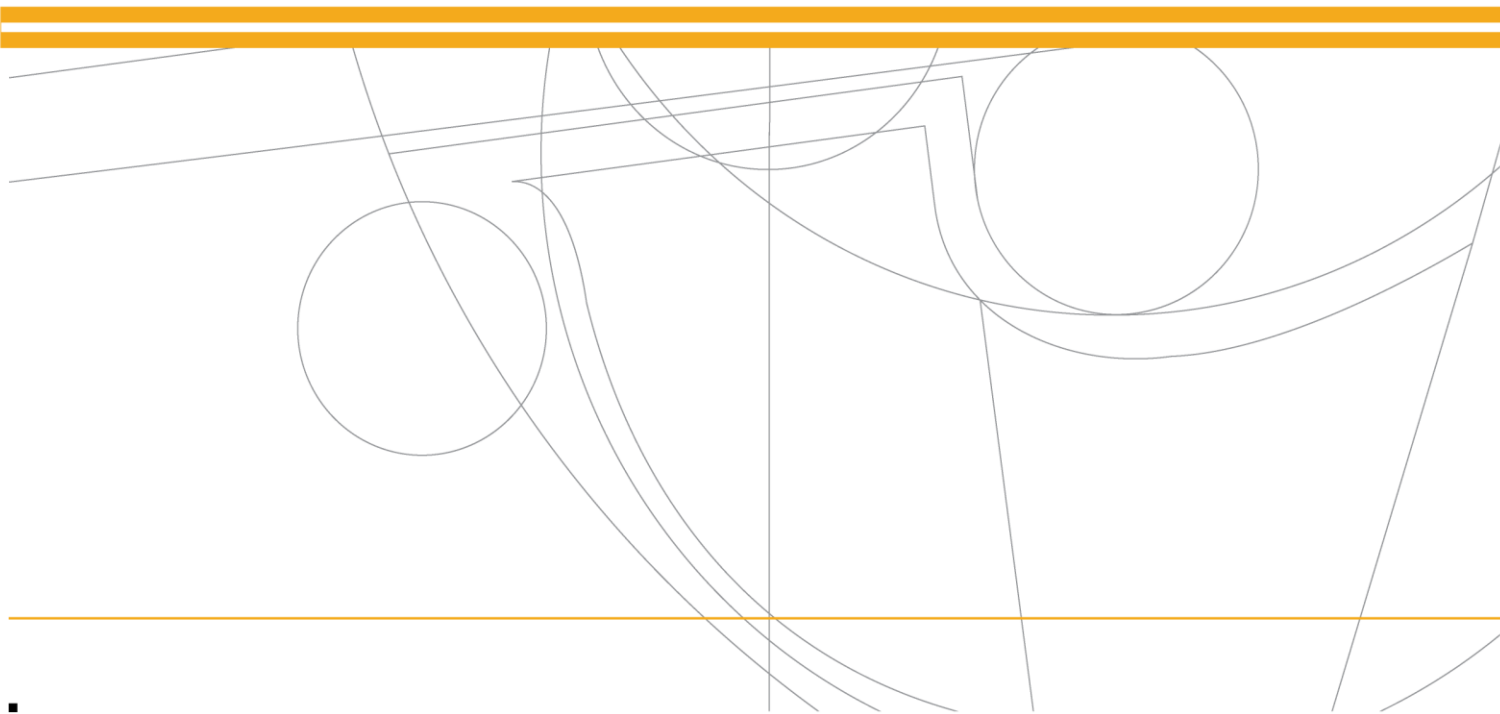
2020



INSTITUTO POLITÉCNICO  
DE VIANA DO CASTELO

# REABILITAÇÃO NÃO ESTRUTURAL DE FACHADAS DE EDIFÍCIOS – CASO DE ESTUDO

Tiago André Gomes Bota





**INSTITUTO POLITÉCNICO  
DE VIANA DO CASTELO**

Tiago André Gomes Bota

Reabilitação não estrutural de fachadas de edifícios  
– Caso de estudo

Mestrado Engenharia Civil e do Ambiente  
Escola Superior de Tecnologia e Gestão

Trabalho efetuado sob a orientação do  
Professor Doutor António José Candeias Curado

Abril de 2020

“Diz-me e eu esqueço,  
ensina-se e eu poderei lembrar-me,  
envolve-me e eu aprendo”

Benjamim Franklin

## Agradecimentos

Agradeço ao Professor Doutor António Curado, meu orientador de dissertação, pelo desafio, apoio e disponibilidade constantes para a realização desta Dissertação.

Agradeço à Edimavil Lda. por me proporcionar esta oportunidade e aumento considerável de experiência de obra, bem como a disponibilidade para usar fotografias, referências e o caso de estudo em particular.

Agradeço aos condóminos por me permitirem utilizar o seu edifício como tema da dissertação.

Um agradecimento especial à minha família, amigos e à Patrícia pelo apoio e força que sempre me transmitiram.

O meu agradecimento a todos aqueles que de alguma forma contribuíram e ajudaram para a finalização desta etapa.

## Resumo

O setor da construção civil tem sofrido alterações ao longo dos últimos anos sentindo-se cada vez mais a aposta na reabilitação do património edificado, em detrimento da construção nova. Deste modo, promove-se quer a melhoria do desempenho dos edifícios e soluções construtivas, quer a preservação das linhas arquitetónicas e do património construído. Contudo, existem sempre condicionantes, adaptações e abordagens que necessitam de especial atenção tendo em vista a preservação do objeto original. A reabilitação de edifícios constitui fonte de inspiração para o presente trabalho, que visa a reabilitação não estrutural centrada num caso de estudo que privilegia a reabilitação de fachadas de um edifício multifamiliar num contexto urbano.

A presente dissertação tem como principal objetivo a análise das anomalias detetadas, a identificação das possíveis causas inerentes, o planeamento das estratégias de intervenção e por fim o estudo de durabilidade das soluções adotadas. Adicionalmente são apresentadas possíveis soluções de reabilitação alternativas àquelas que foram executadas no caso de estudo.

O caso de estudo apresentado retrata um edifício dos anos 80 com soluções construtivas típicas desta época em Portugal, onde o elemento de estudo principal é a fachada revestida a lajeta cerâmica colada. Esta solução construtiva, fruto da utilização sem ações periódicas de manutenção, revela anomalias diversas, tais como a fissuração e destacamento cerâmico, a oxidação dos guarda-corpos e floreiras não impermeabilizadas.

Depois de feita a análise das anomalias, estudadas as manifestações e apuradas as possíveis causas, delineou-se a estratégia de intervenção que se traduziu na execução dos trabalhos. Após um período de 12 meses foi efetuado um estudo de durabilidade do prédio intervencionado, por forma a se proceder à análise da evolução ao longo do tempo das soluções implementadas, podendo a partir daí retirar conclusões e identificar possíveis melhorias.

Por fim são apresentadas também possíveis soluções alternativas às executadas com as suas vantagens e desvantagens associadas, bem como a comparação do seu impacto económico.

**Palavras chave:** reabilitação; reabilitação não estrutural; fachada; anomalia; patologia; edifício; construção; revestimento cerâmico.

## Abstract

The construction sector has undergone changes over the last few years, noticing an increasing commitment to the rehabilitation of built heritage to the detriment of new constructions. Thus promoting both the performance improvement of buildings and building solutions, and the preservation of architectural lines and built heritage. However, there are always conditions, adaptations and approaches that need special attention in order to preserve the original object. The buildings rehabilitation is a source of inspiration for the presented work, which contains a non-structural rehabilitation centered on a case study that favors the rehabilitation of a multifamily building facades in an urban context.

The main objective of the present dissertation is the analysis of the detected anomalies, the identification of the inherent causes, the planning of the intervention strategies and a durability study on the adopted solutions. In addition, are also presented possible alternative rehabilitation solutions apart from those that were performed in the case study.

The case study portrays a building from the 80's with typical building solutions used at the time, in Portugal, where the main study element is the facade covered with glued ceramics. This construction solution, due to usage and lack of periodic maintenance, reveals assorted anomalies such as cracking and detachment of the ceramics, oxidation on the railings and non-waterproofed flower boxes.

After analyzing the anomalies, studying the manifestations and ascertaining their possible causes, an intervention strategy was defined translating itself into the execution of the work. After a period of 12 months a study has been made on the durability of the intervened building, thus enabling to draw conclusions and identify possible improvements.

Finally, are also presented possible alternative solutions to those implemented, their associated advantages and disadvantages as well as a comparison on their economic impact.

**Keywords:** rehabilitation; nonstructural rehabilitation; facade, anomalie; pathologie; building; construction; ceramics.



## Índice

CAPÍTULO I – INTRODUÇÃO .....	1
1.1 – Âmbito .....	1
1.2 – Enquadramento do tema .....	3
1.3 – Objetivo .....	6
CAPÍTULO II – ESTADO DA ARTE .....	8
2.1 – Enquadramento.....	8
2.2 – Conceitos de reabilitação .....	8
2.3 – As cartas do património .....	10
2.4 – A reabilitação de edifícios em Portugal .....	11
2.5 – Principais patologias de carácter não estrutural .....	14
2.5.1 – Congénitas .....	14
2.5.2 – Construtivas .....	14
2.5.3 – Adquiridas .....	14
2.5.4 – Acidentais.....	14
2.6 – Agentes de Deterioração.....	15
2.6.1 – Água .....	16
2.6.2 – Gelo e sais .....	17
2.6.3 – Propriedades mecânicas dos materiais .....	18
2.6.4 – Elementos constituintes das fachadas .....	18
2.6.5 – Durabilidade de revestimento das fachadas .....	19
2.6.6 – Variações de temperatura .....	20
2.6.7 – Poluição atmosférica .....	20
2.6.8 – Organismos .....	21
2.7 – Principais métodos de diagnóstico de patologias.....	21

CAPÍTULO III – CASO DE ESTUDO .....	24
3.1 – Enquadramento.....	24
3.1.1 – Caracterização arquitetónica .....	25
3.1.2 – Caracterização construtiva .....	28
3.2 – Levantamento e identificação de anomalias e patologias construtivas .....	30
3.3 – Análise interpretativa de anomalias e patologias .....	32
CAPÍTULO IV – EXECUÇÃO .....	35
4.1 – Soluções construtivas e tecnológicas implementadas na execução.....	35
4.2 – Estudo de durabilidade .....	40
4.3 – Possíveis soluções de reabilitação alternativas .....	43
4.3.1 – Isolamento térmico pelo exterior (ITE).....	43
4.3.2 – Novo revestimento cerâmico .....	44
4.3.3 – Substituição integral por guardas das varandas.....	45
CAPÍTULO V – CONCLUSÕES .....	46
5.1 – Conclusões gerais .....	46
5.2 – Conclusões particulares .....	47
5.3 – Trabalhos e desenvolvimentos futuros.....	48
CAPÍTULO VI – BIBLIOGRAFIA .....	49

## Índice de Figuras

Figura 1: Organograma Edimavil.....	2
Figura 2: Foto da fachada frontal do edifício já intervencionado .....	3
Figura 3: Localização do edifício do caso de estudo na ARU cidade norte; Fonte: Câmara Municipal de Viana do Castelo .....	5
Figura 4: N.º de edifícios clássicos por estado de conservação (2001-2011); Fonte INE 2013 .....	12
Figura 5: N.º de edifícios muito degradados 2011; Fonte: INE 2013 .....	13
Figura 6: Diversos fatores de degradação atuantes sobre alvenarias de fachada (9)16	
Figura 7: Exemplo de Ficha de Método Simplificado de Diagnóstico de Anomalias. 23	
Figura 8: Fotografia aérea com delimitação do edifício; Google Maps, 2017.....	24
Figura 9: Alçado tardoz do edifício após montagem de andaime normalizado e antes da intervenção. ....	25
Figura 10: Vista 3D com a delimitação do edifício; Google Maps 2019 .....	26
Figura 11: Lajetas do tipo “Litocer” .....	27
Figura 12: Planta 1º e 2º Andares.....	28
Figura 13: Corte tipo da fachada .....	29
Figura 14: Foto da fachada do edifício pondo em evidência as lajetas "Litocer" com junta aberta .....	30
Figura 15: Corte tipo da fachada com ETICS 6cm .....	44

## Índice de Tabelas

Tabela 1: Causas possíveis das anomalias .....	32
Tabela 2: Soluções propostas para as anomalias .....	35
Tabela 3: Materiais e equipamentos utilizados por artigo.....	38
Tabela 4: Anomalias detetadas e cenário pós intervenção 12 meses.....	41
Tabela 5: Diferença entre solução ETICS e solução executada .....	44
Tabela 6: Diferença entre solução de novos cerâmicos e solução executada .....	45
Tabela 7: Diferença entre solução de novos cerâmicos e solução executada .....	45

## CAPÍTULO I – INTRODUÇÃO

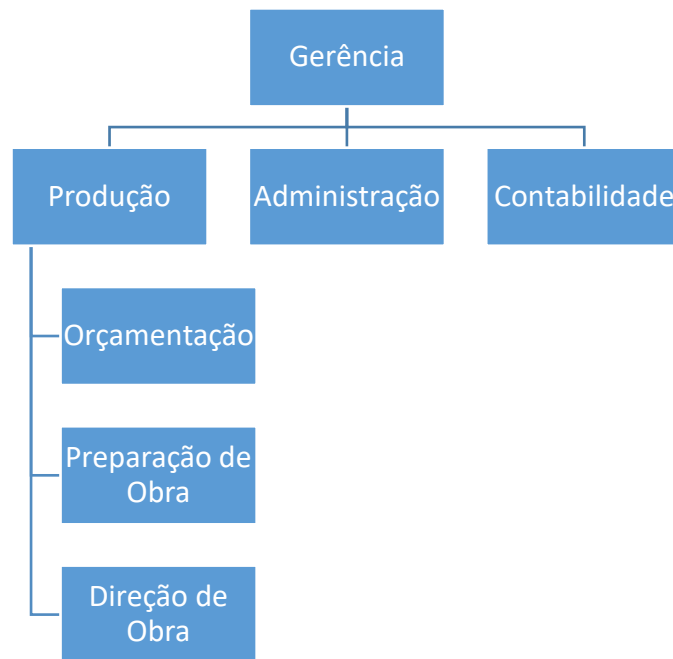
### 1.1 – Âmbito

A presente dissertação, desenvolvida no âmbito do Mestrado em Engenharia Civil e do Ambiente, é realizada em contexto profissional com a finalidade de consolidação de conhecimentos e obtenção de grau de mestre.

Fazendo parte da equipa técnica de uma empresa de construção local de Viana do Castelo, Edimavil, Engenharia e Construção Lda., e aproveitando a possibilidade de fazer o acompanhamento de obra de uma empreitada surge assim a oportunidade de conciliar a teoria com a prática na presente dissertação.

A Edimavil, Engenharia e Construção Lda. é uma empresa fundada em 2012 que atua na área de construção civil realizando obras residenciais, industriais e reabilitações. Para isso, conta com uma estrutura de profissionais qualificados, tanto na execução como no planeamento e gestão de obras. A Edimavil tem vindo a percorrer caminhos de crescimento por meio da sua atuação nas áreas de construção habitacional, construção industrial e reabilitação urbana, desenvolvendo uma trajetória de sucesso, com o intuito de obter o reconhecimento da sua competência na prestação de serviços de engenharia e na condução segura de seus negócios. (1)

A organização da empresa é própria de uma Pequena e Média Empresa, PME, que tem como estrutura a disposição apresentada na Figura 1 que estabelece o organograma da empresa.



*Figura 1: Organograma Edimavil*

O enquadramento funcional do aluno na empresa estava ligado à Medição e Orçamentação de obras, bem como na Preparação de Obra.

A dissertação contempla a análise de um caso de estudo de reabilitação de fachada de edifício em ambiente urbano, com intervenção de reabilitação de caráter não-estrutural.

O caso de estudo é um edifício multifamiliar com comércio e com um total de 10 pisos em fachadas revestidas a lajota cerâmica colada, cuja principal intervenção se deu ao nível do seu revestimento exterior e outros acabamentos da fachada, Figura 2.



*Figura 2: Foto da fachada frontal do edifício já intervencionado*

## 1.2 – Enquadramento do tema

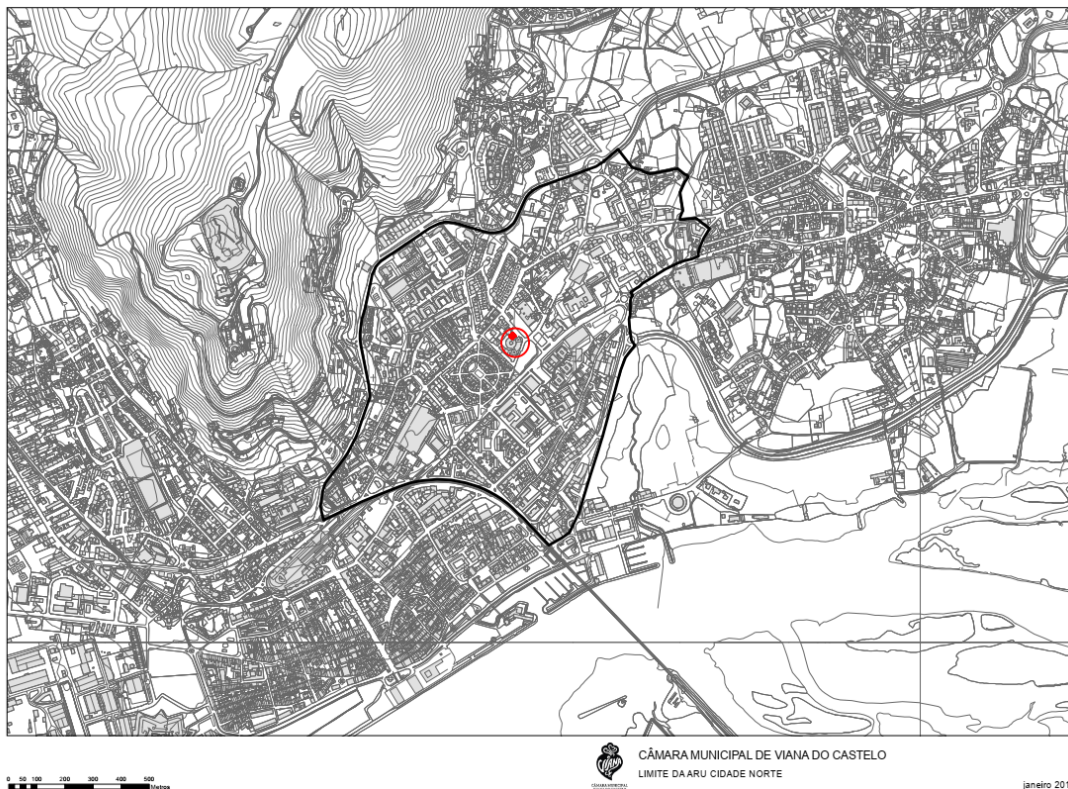
A reabilitação de edifícios existentes tem vindo a tornar-se, ao longo dos anos, numa das maiores necessidades do setor da construção em Portugal e na Europa. O parque edificado encontra-se degradado, principalmente nos centros urbanos, havendo uma crescente urgência de intervenção nos edifícios existentes, de forma a manter as características e os graus de desempenho para que foram projetados e executados e, ao mesmo tempo, diminuindo a necessidade de construção nova, devolvendo aos edifícios já construídos e existentes o prolongamento da sua vida útil, através da reabilitação e resolução de patologias. (2)

Durante muitas décadas Portugal não cuidou o seu património edificado, público e privado que ao não ser preservado, nem realizadas as manutenções devidas nos monumentos e património edificado dos centros históricos, levou ao envelhecimento e abandono da sua ocupação para as zonas periféricas das cidades onde os edifícios são mais recentes. Até então, este património cultural não tinha condições de garantir retornos generosos que justificassem o investimento na sua preservação devido à política de arrendamento e a capacidade financeira de senhorios e proprietários. (3)

Com a aposta na reabilitação, pós crise económica 2008, a atividade imobiliária assumiu uma importância fundamental para a economia nacional, captando investimento nacional e estrangeiro focado na promoção dos fatores de atratividade do país, principalmente a nível turístico, visados no regime fiscal de para residentes não habituais e outras políticas governamentais. (3)

Verifica-se um decréscimo acentuado na construção nova, e simultaneamente uma importância cada vez maior da reabilitação urbana. (4)

Neste contexto, o caso de estudo insere-se na área urbana da cidade de Viana do Castelo, sito na rua Dr. Ribeiro da Silva da união de freguesias de Viana do Castelo (Santa Maria Maior, Monserrate e Meadela). Adicionalmente insere-se na Área de Reabilitação Urbana (ARU) cidade norte definida pela Câmara Municipal de Viana do Castelo conforme Figura 3.



*Figura 3: Localização do edifício do caso de estudo na ARU cidade norte; Fonte: Câmara Municipal de Viana do Castelo*

A delimitação de Áreas de Reabilitação Urbana encontra-se prevista pelo Regime Jurídico da Reabilitação Urbana (RJRU), aprovado pelo Decreto-Lei nº 307/2009, de 23 de outubro, alterado e republicado pela Lei nº32/2012, de 14 de agosto.

De acordo com o referido diploma legal, uma ARU consiste numa “área territorialmente delimitada que, em virtude da insuficiência, degradação ou obsolescência dos edifícios, das infraestruturas, dos equipamentos de utilização coletiva e dos espaços urbanos e verdes de utilização coletiva, designadamente no que se refere às suas condições de uso, solidez, segurança, estética ou salubridade, justifique uma intervenção integrada, através de uma operação de reabilitação urbana aprovada em instrumento próprio ou em plano de pormenor de reabilitação urbana. (5)



### 1.3 – Objetivo

Pretende-se fazer uma abordagem da reabilitação não estrutural de um edifício multifamiliar, procedendo-se à sua caracterização construtiva, apresentando as suas patologias e/ou deficiências detetadas de forma a enquadrar a intervenção a que foi submetido, assim como fazer um estudo de durabilidade tendo para o efeito analisado o edifício num cenário pós 12 meses das soluções implementadas.

A dissertação está organizada em cinco capítulos. O Capítulo I faz a introdução à dissertação, no Capítulo II é explorado o Estado da Arte, seguindo-se o Capítulo III que apresenta e caracteriza o caso de estudo, que dá a sua vez ao Capítulo IV onde se aborda a fase de execução dos trabalhos, no Capítulo V são sumarizadas as conclusões e por fim no Capítulo VI temos as referências bibliográficas utilizadas.

Após a introdução à dissertação efetuada no Capítulo I, temos no Capítulo II o Estado da Arte onde se aborda os principais conceitos, as cartas do património, bem como os principais tipos de patologias não estruturais, a reabilitação de edifícios em Portugal, agentes de deterioração e os principais métodos de diagnóstico de patologias.

O caso de estudo é caracterizado arquitetonicamente e construtivamente no Capítulo II, sendo feito o levantamento e identificação das anomalias detetadas e a sua respetiva análise interpretativa com a elaboração de fichas diagnóstico das patologias de forma a identificar claramente possíveis causas e consequências inerentes.

Segue-se o Capítulo IV com as soluções construtivas e tecnológicas implementadas em fase de execução, bem como o estudo de durabilidade de forma a avaliar as soluções de reabilitação implementadas, verificando a sua adequabilidade, eficácia, possíveis melhorias futuras entre outros aspetos relevantes. Adicionalmente é estudado a aplicabilidade de soluções de reabilitação alternativas.

O Capítulo V apresenta as conclusões gerais e particulares, bem como os trabalhos e desenvolvimentos futuros.

Por fim no Capítulo VI são enumeradas as referências bibliográficas utilizadas na elaboração desta dissertação.

## CAPÍTULO II – ESTADO DA ARTE

### 2.1 – Enquadramento

Este trabalho não pode deixar de fazer um estudo dos conceitos dos processos de reabilitação, fundamentos e princípios de reabilitação, abordagens inovadoras e estratégias implementadas no âmbito da reabilitação não estrutural.

É revisitada a história de forma a encontrar na sua cronologia marcos significativos para a reabilitação e a evolução dos conceitos a ela relacionados, de forma a interpretar a evolução desta temática que tanto faz parte da atualidade, e que até então era relegada para segundo plano pela construção nova.

### 2.2 – Conceitos de reabilitação

A reabilitação de edifícios nasceu da necessidade de devolver aos edifícios já construídos e existentes o prolongamento da sua vida útil, através da realização de manutenções e resolução de patologias que advém de problemas construtivos da construção inicial, ou devido a novos contextos de utilização do edifício ou novas circunstâncias nas suas fronteiras.

Não existe, portanto, uma data específica que se possa dizer que nasceu a reabilitação de edifícios, uma vez que esta necessidade está diretamente ligada à própria natureza dos edifícios e da sua vida útil limitada, assim como patologias adquiridas ou de construção, alterações de utilização, novos esforços, cargas distribuídas e pontuais, condições climatéricas, assim como outros fatores externos ao edifício, mas que nele têm consequências diretas ou indiretas.

No entanto, é importante diferenciar os conceitos que regem as intervenções em edifícios já construídos. Conceitos como a reabilitação, conservação, restauro,

manutenção e reconstrução têm diferentes significados no que concerne à intervenção nos edifícios seja ela preventiva ou reativa.

O conceito de conservação, consiste em dotar os edifícios antigos de condições de habitabilidade, conforto e segurança, salvaguardando sempre o valor histórico através da intervenção mínima e na salvaguarda dos materiais originais, assegurando uma autenticidade estética e histórica.

O restauro é um conjunto de ações especializadas, visando a recuperação estética, numa conceção idêntica à originalidade de um momento histórico ou edifício. Com o restauro pretende-se restabelecer a forma, aparência e materiais da época da construção.

A manutenção é descrita como o conjunto de operações preventivas, necessárias à permanência em bom funcionamento de um edificado.

A reparação é o termo geralmente atribuído ao conjunto de operações com o intuito de solucionar pequenas patologias e que restituam o edificado ao seu estado original.

O termo reconstrução é vulgarmente atribuído ao conjunto de operações que tenham como objetivo construir de novo, parte ou integralmente, uma edificação já destruída ou em risco de destruição.

Por fim, a reabilitação de edifícios ou monumentos, pretende possibilitar o uso eficiente e compatível do edificado, através de alterações e acrescentos, salvaguardando sempre o valor histórico, cultural e arquitetónico. Este conjunto de intervenções tem como objetivo dotar o edificado de exigências funcionais superiores aquelas que o edifício possuía na altura da sua génese.

Cada uma das diferentes intervenções possui características distintas, mas todas prezam pela salvaguarda do património histórico, cultural e arquitetónico. (6)

## 2.3 – As cartas do património

A reabilitação de edifícios é uma preocupação que já se sente desde há muitos séculos, partindo da necessidade inerente das construções resistirem ao avanço dos tempos.

Dos primeiros esforços desenvolvidos claramente neste contexto surge a “Teoria da Conservação” que veio reclamar a intervenção mínima e a salvaguarda dos materiais originais. No entanto, apenas a partir do século XX, com as denominadas “Cartas do Património”, se começam a definir os conceitos de conservação e restauro do património edificado pelos técnicos da área, desenvolvendo-se as primeiras entidades direccionadas para a reabilitação assim como a definição de estratégias a adotar pelas entidades públicas.

Assim, em outubro de 1931 realiza-se o I Congresso Internacional de Architectos e Técnicos de Monumentos Históricos, tendo lugar em Atenas na Grécia, culminando na redação da Carta de Atenas, um documento assinado pelos importantes arquitetos e urbanistas da época visando assegurar a longevidade do património edificado e os princípios gerais de conservação de monumentos.

Na “Carta de Atenas” evidencia, para além da falta de princípios gerais de conservação para o setor público, as dificuldades acrescidas pelas autoridades face ao setor privado, privilegiando nestes casos um certo grau de prevalência do direito coletivo sobre a propriedade privada, devido à inércia relativamente às exigências que a conservação comporta.

“A Conferência recomenda o respeito, na construção dos edifícios, pelo carácter e a fisionomia das cidades, sobretudo na vizinhança de monumentos antigos cuja envolvente deve ser objecto de cuidados particulares. Também alguns conjuntos e certas perspectivas particularmente pitorescas, devem ser preservadas.” Carta de Atenas, 1931

Ainda na nesta conferência são tidos em consideração os materiais de restauro, as degradações dos monumentos e as técnicas de conservação a serem seguidas a fim de não alterar o aspeto e o carácter do edifício, cultivar a colaboração

dos especialistas das diferentes áreas científicas, o papel da educação no respeito pelos monumentos e a criação de documentação internacional.

Em maio de 1964, no II Congresso Internacional de Arquitectos e Técnicos de Monumentos Históricos, é quando se estabelece claramente os conceitos de defesa do património, com a elaboração da Carta de Veneza ou Carta internacional sobre a conservação e o restauro de monumentos e sítios.

O documento estabelece que a “conservação dos monumentos impõe em primeiro lugar uma manutenção permanente dos mesmos”, assim como função dos monumentos como património cultural e testemunho histórico das nações. São também distintos conceitos de conservação e restauro deste património, apelando-se a todas as ciências e técnicas que possam contribuir para o estudo e proteção do património.

Com a crescente preocupação com esta temática, vão-se desenvolvendo esforços para que entre outras Cartas e Convenções Internacionais sobre Património – Anexo I, destaca-se a Carta de Cracóvia de outubro de 2000.

Esta carta sobre a conservação e restauro do património construído estipula objetivos e métodos, relaciona os diferentes tipos de património construído com a sua envolvente assegurando que “a manutenção e reparação constituem uma parte fundamental do processo de conservação do património”, desincentivando as reconstruções, sendo excecionalmente aceites se existirem motivos sociais e culturais que estejam relacionados com a própria identidade local.

São ainda definidos conceitos importantes para a caracterização do edificado tendo em vista a sua autenticidade, identidade, assim como os próprios conceitos de património, monumento, conservação e restauro.

## 2.4 – A reabilitação de edifícios em Portugal

Durante muitas décadas Portugal relegou para segundo plano o património edificado público e privado, nomeadamente os centros urbanos das cidades e vilas

portuguesas, bem como monumentos e edifícios que espelham a nossa História como nação.

Os centros urbanos estão envelhecidos, muitos prédios abandonados, em ruínas e a precisar urgentemente de intervenções até ao ponto de constituírem um perigo para quem circula na via pública devido à degradação da sua estabilidade.

Vive-se atualmente em Portugal, no setor da construção um crescimento acentuado da reabilitação urbana de edifícios, assumindo-se como o grande motor da ressurreição da atividade da indústria da construção civil pós crise económica de 2008. Assim, este novo nicho de mercado assumiu uma importância cada vez maior no setor, sendo fortemente estimulado por novos investimentos para atividades altamente lucrativas como o aluguer para turismo, que em Portugal têm estado com elevados níveis de procura, assim como para segunda residência de estrangeiros principalmente europeus incentivados pelo novo regime fiscal para residentes não habituais. (3)

No entanto já se verificam melhorias neste sector, existindo uma variação positiva nos últimos anos da diminuição do património degradado a todos os níveis. Entre 2001 e 2011 registou-se uma diminuição de 36,0% no número de edifícios muito degradados e de 40,4% no número de edifícios com necessidade de grandes reparações (que correspondeu a uma diminuição de 1,3 p.p. e 2,4 p.p. no respetivo peso face ao total), evidenciando uma redução do edificado em mau estado de conservação, também devido ao aumento de 12,2% do número de edifícios clássicos, Figura 4. (7)

Estado de conservação	Edifícios clássicos		
	2001	2011	Variação
	N.º		%
Sem necessidade de reparação	1 868 342	2 519 452	34,8
Com necessidade de reparação	1 199 336	965 782	-19,5
Pequenas reparações	706 716	624 322	-11,7
Reparações médias	329 605	244 303	-25,9
Grandes reparações	163 015	97 157	-40,4
Muito degradado	92 365	59 155	-36,0
<b>TOTAL</b>	<b>3 160 043</b>	<b>3 544 389</b>	<b>12,2</b>

Figura 4: N.º de edifícios clássicos por estado de conservação (2001-2011); Fonte INE 2013

Relativamente a sua distribuição, não será novidade que os centros urbanos do litoral são as principais concentrações de edifícios em estado de conservação muito degradado como se pode constatar na Figura 5.

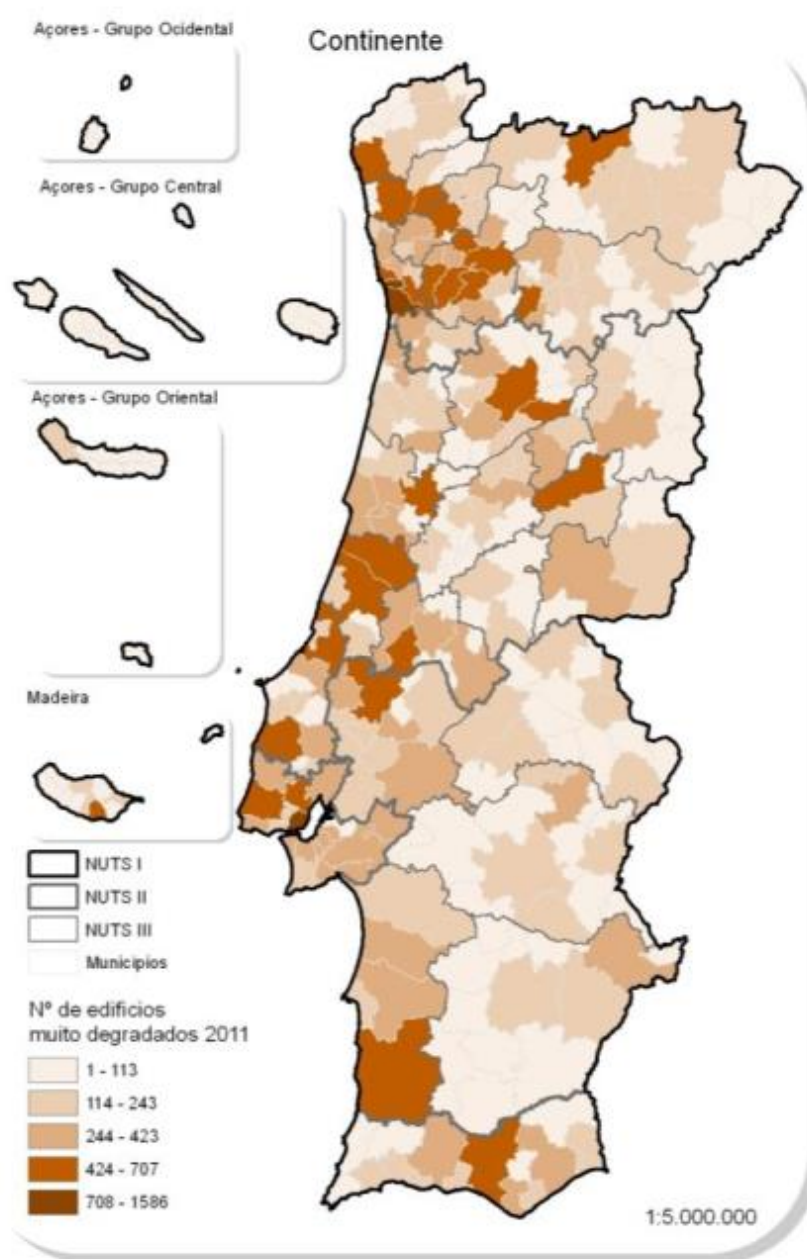


Figura 5: Nº de edifícios muito degradados 2011; Fonte: INE 2013



## 2.5 – Principais patologias de caráter não estrutural

O conceito de patologia pode ser definido como o conjunto de anomalias que se manifestam ao longo da vida útil de determinado edifício, prejudicando o seu desempenho. É como que estudar e diagnosticar uma doença que se não for monitorizada e tratada, irá drasticamente diminuir a vida útil de um edifício.

Deste modo, existem vários tipos de patologias as quais são classificadas seguidamente.

### 2.5.1 – Congénitas

As patologias congénitas são aquelas originárias da fase de projeto, em função da não observância das normas técnicas, ou de erros e omissões dos projetistas, que resultam em falhas no detalhe e conceção inadequada dos revestimentos. São responsáveis por grande parte das avarias registadas em edificações. (8)

### 2.5.2 – Construtivas

As patologias são consideradas construtivas quando a sua origem está relacionada com a fase de execução da obra, resultante do emprego de mão-de-obra desqualificada, produtos não certificados, ausência de metodologia para colocação dos materiais, o que, segundo pesquisas mundiais, também são responsáveis por grande parte das anomalias em edificações. (8)

### 2.5.3 – Adquiridas

As patologias adquiridas ocorrem durante a vida útil dos revestimentos, sendo resultado da exposição ao meio em que se inserem, podendo ser naturais, decorrentes da agressividade do meio, ou da ação humana, em função de manutenção inadequada ou realização de interferência nos revestimentos, danificando as camadas e desencadeando um processo patológico. (8)

### 2.5.4 – Acidentais

Caracterizadas pela ocorrência de algum fenómeno atípico, resultado de uma solicitação invulgar, como a ação da chuva e ventos de intensidade superior ao normal e até mesmo incêndio. A sua ação provoca esforços de natureza imprevisível,

especialmente na camada de base e sobre as juntas, quando não atinge até mesmo as peças, provocando movimentações que irão desencadear processos patológicos em cadeia. (8)

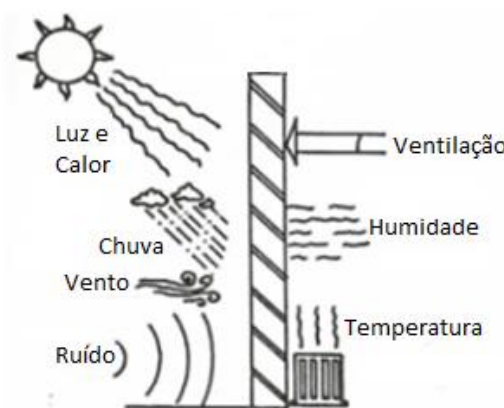
## 2.6 – Agentes de Deterioração

No que se refere às influências que são submetidos os parâmetros exteriores dos edifícios, estas, podem ser exógenas e endógenas. (9)

- As exógenas englobam todas as ações que advêm do ambiente que rodeia os edifícios e operam através dos seguintes mecanismos:
- Ações físico-químicas que os agentes atmosféricos (água, vento, vapor, gases atmosféricos, mudanças de temperatura e radiações solares) exercem sobre os materiais;

Ações de partículas sólidas, orgânicas ou inorgânicas, que se acumulam, depositam e proliferam sobre os paramentos gerando alterações físico-químicas.

As endógenas advêm dos materiais que constituem a fachada, nomeadamente da qualidade dos mesmos e do controlo aquando da execução das fachadas. Podem ser originadas por substâncias contidas nos próprios materiais, ou transportadas através dos mesmos, manifestando-se no seu exterior devido a fenómenos de humidade e evaporação, ou como simples defeitos superficiais: eflorescências e manchas. Podem também resultar de substâncias contidas em materiais adjacentes, quando estamos em presença de diferentes tipos de materiais no mesmo paramento, provocando agressões entre eles na presença de humidades. (9)



*Figura 6: Diversos fatores de degradação atuantes sobre alvenarias de fachada (9)*

É de crucial importância conhecer os principais agentes de deterioração, responsáveis pelo aparecimento das manifestações patológicas nos revestimentos que compõem as fachadas dos edifícios.

Assim, a água, o gelo, os sais, as variações de temperatura, a poluição atmosférica e a bio deterioração, são os agentes mais frequentes que levam ao aparecimento de anomalias nos revestimentos.

### 2.6.1 – Água

É o principal agente de deterioração dos edifícios.

A presença de humidade ou da ação direta da água das chuvas, pode provocar inúmeras anomalias nas fachadas dos edifícios.

Nas fachadas expostas à incidência direta da água da chuva, é necessário prever um revestimento superficial que impeça a sua penetração, sem, no entanto, impermeabilizar completamente as paredes. A alvenaria deve poder continuar a “respirar”, isto é, a ter trocas de vapor de água com o exterior.

Assim, o revestimento deve ser impermeável à água e permeável ao vapor de água.

A penetração direta da água da chuva assume particular relevância nas fachadas orientadas a sul e sudoeste, dado que é nestas direções que o vento sopra, normalmente quando chove.

Por outro lado, a chuva atinge principalmente a parte superior da fachada, assim como, as extremidades laterais, o que através da atuação simultânea do vento, proporciona uma ação de limpeza, que dependendo da sua magnitude, podem atuar sobre os depósitos contidos nas fachadas. Após a saturação do material de revestimento, a água começa a escorrer pela fachada, provocando uma erosão físico-química sobre o mesmo, arrastando as partículas de sujidade depositadas, o que contribui para a formação de manchas.

A existência de humidade relativa elevada (vapor de água) favorece também a deposição de partículas.

O vento exerce uma influência evidente no transporte de produtos contaminantes, sendo nas partes baixas da fachada e em zonas abrigadas onde este incide com menor intensidade facilitando a sua deposição. Nas zonas mais expostas das fachadas, o vento tem um efeito abrasivo. (9)

### 2.6.2 – Gelo e sais

Quando a água entra em contacto com a maioria dos materiais de construção, sofre uma sucção para o seu interior, com força inversamente proporcional ao diâmetro dos seus vasos capilares. Se a temperatura do material poroso descer até ao ponto de congelação da água contida no seu sistema poroso, podem observar-se danos ligados à formação de gelo, provocando um aumento de volume, o que contribui para a degradação do material de revestimento.

Os efeitos da cristalização de sais solúveis resultam de um mecanismo semelhante, na medida em que, os cristais formam-se nos espaços porosos, alimentando-se da solução presente na rede dos capilares, exercendo uma pressão de cristalização sobre as paredes dos mesmos. A cristalização de sais à superfície dá origem, também, à formação de eflorescências. (9)

### 2.6.3 – Propriedades mecânicas dos materiais

Relativamente às características dos materiais, a porosidade, a rugosidade ou textura superficial, a cor e a dureza são ainda fatores que influenciam o aparecimento de incrustações em fachadas, o que contribui para o seu envelhecimento.

A porosidade contribui para a formação da água escorrida que, ao proporcionar uma lavagem indireta sobre os paramentos, redistribui a sujidade pelos mesmos, formando-se manchas. Por outro lado, em materiais porosos há uma tendência para a penetração de partículas nos seus poros, colmatando-os, o que aumenta a intensidade das sujidades.

No que concerne à rugosidade dos materiais de revestimento, se estes possuírem uma textura rugosa, são mais vulneráveis ao aparecimento de sujidades, quando comparados com materiais de superfícies polidas. Por outro lado, a cor e a tonalidade, dos materiais de acabamento de uma fachada, influenciam a perceção das lesões nela contida. A dureza dos materiais de revestimento tem uma interferência mais passiva, na medida em que, os choques das partículas de sujidade, sobre o revestimento podem fazer com que estas estacionem na superfície do revestimento ou sejam repulsas para o exterior. (9)

### 2.6.4 – Elementos constituintes das fachadas

Para além das características dos materiais, a composição das paredes exteriores, nomeadamente, as formas da fachada e os relevos que ela contém, também influenciam a deposição de sujidades.

A forma de determinada fachada afeta o modo de incidência do vento, que ao encontrar obstáculos modifica a sua trajetória, pelo que, a sua forma está relacionada com a magnitude com que o vento proporciona uma ação de lavagem sobre o paramento.

Ainda os relevos existentes numa fachada, nomeadamente, ornamentos, juntas, cornijas, sistemas de drenagem, entre outros, ao formarem descontinuidades,

constituem fontes de acumulação de sujidades e possibilitam a acumulação de água proveniente da chuva. (9)

#### 2.6.5 – Durabilidade de revestimento das fachadas

As fachadas de um dado edifício são compostas por revestimentos que devem possuir determinadas características de forma a manterem o seu desempenho, sob as condições previstas para o seu uso, durante um dado período de tempo que representa a sua vida útil.

A essa capacidade chama-se durabilidade que depende sobretudo dos materiais que são utilizados na fachada, das condições de exposição a que a mesma está sujeita, às condições do seu uso e também a ações de manutenção realizadas.

Passado o período de tempo em que os materiais de revestimento perdem o seu desempenho esperado, podem sofrer um conjunto de transformações motivadas por uma série de influências exógenas e endógenas que atuam de forma simultânea, ou seja, dando início assim ao processo de envelhecimento.

O conceito envelhecimento é muito vasto e por isso ambíguo, dada a multiplicidade de possíveis causas e efeitos:

O Envelhecimento de materiais de revestimento depende de fatores tão aleatórios como a meteorologia e a agressividade ambiental e de outros, mais controláveis, como as características dos materiais, a composição da fachada, o controlo de qualidade aquando da execução da obra e também do tipo de operações de manutenção previstas e das realmente efetuadas, ao longo da vida do edifício.

Relativamente aos materiais de revestimento, têm influência no seu envelhecimento superficial, as características de porosidade e resistência. O acabamento do mesmo varia de material para material em termos de propriedades e espessura, enquanto que a porosidade é importante pela sua relação com a presença de água e, por conseguinte, com os processos de alteração. (9)

### 2.6.6 – Variações de temperatura

As variações de temperatura fomentam deformações nos materiais, na medida em que estas provocam tensões internas nos mesmos que por estarem confinados não se podem dilatar livremente. A influência da temperatura é ainda determinante para o desenvolvimento de incrustações / depósitos nas fachadas, uma vez que, favorece o aumento da pressão de saturação do ar e o consequente risco de condensação, que contribui para o aumento do número de partículas que podem aceder à superfície das fachadas. (9)

### 2.6.7 – Poluição atmosférica

As ações de partículas sólidas, orgânicas ou inorgânicas, por exemplo, embora sejam um fenómeno meramente aparente, alteram consideravelmente o aspeto de uma fachada e estão intimamente relacionadas com os fenómenos de envelhecimento, como a exposição aos agentes climáticos ou o aparecimento de manchas e eflorescências.

A causa imediata ou direta para o aparecimento de sujidades é a contaminação atmosférica e, em particular, a fração sólida ou o conjunto de partículas suspensas na atmosfera suscetíveis de se acumularem sobre os paramentos da fachada dos edifícios, provocando uma mudança de tonalidade da superfície.

A proveniência e natureza dessas partículas são muito variadas: sulfatos, nitratos, silicatos, fuligem, catiões metálicos, compostos orgânicos, etc. Para além da natureza, o tamanho das partículas é fundamental, uma vez que determinará o tempo de permanência em suspensão atmosférica, assim como, o modo da deposição sobre os paramentos, que poderá ser por via húmida (precipitação) ou via seca.

Essas partículas depositadas sobre os paramentos, passam a integrar o material de revestimento da fachada e apenas são eliminados mediante procedimentos específicos de limpeza. A adesão das partículas ao suporte pode ser

de cinco classes: força gravítica, união química, forças moleculares, forças elétricas e tensão superficial.

Com o passar do tempo, a sujidade depositada vai aumentando e incrustando-se na fachada, alterando-se sob influência dos agentes climatéricos e das próprias características dos materiais. Assim, pode dizer-se que os fatores que contribuem para o desenvolvimento de incrustações nas fachadas e para o seu consequente envelhecimento estão intrinsecamente relacionados com o meio climático envolvente, com a natureza dos materiais de revestimento e com a composição das paredes exteriores do edifício. (9)

#### 2.6.8 – Organismos

Existem, para além das sujidades referidas, as causadas por organismos vivos ou de origem biológica, que diferem das anteriores por não apresentarem a típica banda encardida debaixo dos elementos salientes, ou seja, em zonas abrigadas não laváveis pela água da chuva.

Além disso, a sujidade provocada por fungos, caracteriza-se por um desenvolvimento concêntrico a partir de um ponto central: A origem do ataque.

A atividade bioquímica das bactérias causa deterioração e descamação em pedras naturais. Os fungos atacam e destroem as cadeias carbonatadas de pinturas por assimilarem o carbono livre que as compõem. Por fim, os líquenes podem estar simplesmente depositados superficialmente ou introduzidos vários milímetros na porosidade ou fissuras do material de revestimento ou exercerem um ataque químico que transforma carbonatos em sais. (9)

#### 2.7 – Principais métodos de diagnóstico de patologias

Entre as diversas metodologias de diagnóstico das patologias da construção mais comuns, não se pode deixar de destacar aquelas que são as principais para toda a análise das patologias, causas possíveis, manifestações e soluções propostas



amplamente reconhecidos e validados por aplicação prática, no meio profissional da área.

Seguidamente, apresenta-se uma lista de alguns dos exemplos dos métodos de análise e diagnóstico de anomalias utilizados a nível internacional e nacional:

- Defect Action Sheet; Good Repairs Guides - BRE (10);
- Fichas de Reparação de Anomalias – LNEC (11);
- Cases of Failure Information Sheet – CIB (12);
- Programa ConstruDoctor's; (13)
- Fiches Pathologie Du Bâtiment - AQC (14);
- Fichas de Patologia - PATORREB (15);
- Método Simplificado de Diagnóstico de Anomalias (16);
- Metodologia de Quantificação Causa-Efeito (17);
- Metodologia de Diagnóstico de Patologias em Edifícios (18);
- Sistema Pericial de Apoio ao Diagnóstico de Patologias em Edifícios (19);
- Sistema de Apoio à Inspeção e Diagnóstico de Anomalias (20);
- Fichas de Anomalias e de Intervenção - Pré-Patologia (21).

Neste trabalho a metodologia de diagnóstico das patologias da construção adotada é o Método Simplificado de Diagnóstico de Anomalias. Este método foi proposto por Vítor Abrantes e J. Mendes da Silva onde a definição de anomalia passa pela seleção progressiva de opções existentes, respetivamente reunidas em grupo, posicionadas do geral para o particular e convergindo desta forma para o diagnóstico.

A metodologia apresenta cinco momentos de identificação, iniciando-se pela identificação do elemento construtivo onde se manifesta a anomalia, seguida da identificação do componente onde se manifesta, que tipo de anomalia existe e por fim a causa/manifestação da anomalia.

O resultado é uma ficha de reabilitação, Figura 7, onde se apresenta a descrição sumária da anomalia, as causas possíveis, as consequências possíveis de ocorrer em caso de um não tratamento e as estratégias de reabilitação com as medidas corretivas a aplicar.



## PE-01-FI-02

Elemento	<b>PAREDE EXTERIOR</b>
Componente	<b>Pano</b>
Anomalia	<b>Fissuração</b>
Causa/ Manifestação	<b>Concentração de cargas</b>

### Descrição sumária da anomalia

Fissuração localizada, em geral inclinada ou horizontal, apresentando, frequentemente, sinais de corte ou compressão (esmagamento), nas proximidades de um ponto singular da parede (mudança de secção, reentrância, saliência, etc.), nas proximidades da fixação de equipamento suspenso pesado, apoio direto ou indireto de viga, etc. A sua ocorrência é, em geral, pontual, mas repete-se, com grande probabilidade, em locais semelhantes no mesmo edifício.

Nos casos em que a capacidade de deformação do suporte é superior à do revestimento (revestimentos muito rígidos), a fissuração pode ser apenas superficial e não atingir a parede propriamente dita. No caso de revestimento cerâmico pode ocorrer também o destacamento dos ladrilhos.

### Causas possíveis

Este tipo de fissuração tem três causas principais:

- \_ Aplicação de cargas elevadas nas paredes, frequentemente fixadas a uma das faces, em zonas pontuais e bem localizadas;
- \_ Concentração de tensões devidas a variações bruscas de secção (diminuição/aumento de altura, reforços, rebaixos ou roços para canalizações, etc.);
- \_ Cargas indiretas por rigidez excessiva da ligação das paredes a elementos confinantes (por exemplo, vigas sobrejacentes) concebidos para ter outras formas de apoio.

Constituem fatores de agravamento:

- \_ A falta de reforço localizado da parede nas zonas de aplicação de cargas ou transição de secções (por exemplo com introdução de armaduras de junta);
- \_ Ausência de juntas de movimentação entre a parede e os elementos estruturais confinantes;
- \_ Apoios excessivamente reduzidos para vigas de pavimento, padieiras etc. (ou a sua excessiva flexibilidade no apoio).

### Consequências

Fissuração de gravidade média, mas com expressão visual, em geral, significativa. No caso de fissuração por excesso de carga localizada (armários pesados, equipamentos, etc.) é imprescindível verificar a estabilidade da parede, em particular na zona afetada.

### Estratégias de reabilitação

Quando se exige que a parede mantenha a função resistente no local fissurado por concentração de cargas, torna-se necessário levar a cabo uma ou várias das seguintes ações antes da reparação das fissuras:

- \_ Diminuição da carga;
- \_ Reforço localizado da parede;
- \_ Melhoria da distribuição da carga.

Quando esta capacidade de carga é dispensável, por não ser a parede o elemento estrutural primário para apoio/suporte das referidas cargas e dos elementos construtivos que as transmitem ou porque se trata de concentração de cargas já dissipada ou carga fortuita que não precisa de apoio na parede, pode adotar-se, ainda, em alternativa, a libertação da parede, eliminando o contacto físico com o elemento de concentração e transmissão da carga.

Sempre que o problema afete apenas o revestimento, pode adotar-se uma solução simplificada, substituindo os revestimentos por outros, flexíveis ou independentes. Estes últimos podem também ser usados para ocultar a fissuração do suporte, desde que fique salvaguardada a sua segurança estrutural e, se possível, o acompanhamento posterior da evolução das fissuras (através da criação de pontos de inspeção, criteriosamente localizados).

A reparação das fissuras – ou o tratamento das juntas a criar – será feita pelos métodos correntes, tendo em atenção as características da parede, do seu revestimento, o grau de estabilização das fissuras e a eventual preocupação quanto à sua estanquidade.

Figura 7: Exemplo de Ficha de Método Simplificado de Diagnóstico de Anomalias

## CAPÍTULO III – CASO DE ESTUDO

### 3.1 – Enquadramento

O loteamento do Bairro do Jardim situado na cidade de Viana do Castelo foi edificado em meados dos anos 80, com a sua construção a arrancar em 1985 prolongando-se a empreitada por dois anos até a conclusão dos trabalhos em 1987. O loteamento é composto por edifícios com vários pisos em altura atingindo o máximo da sua cércea no 10º piso acima da cota de soleira em alguns dos prédios.

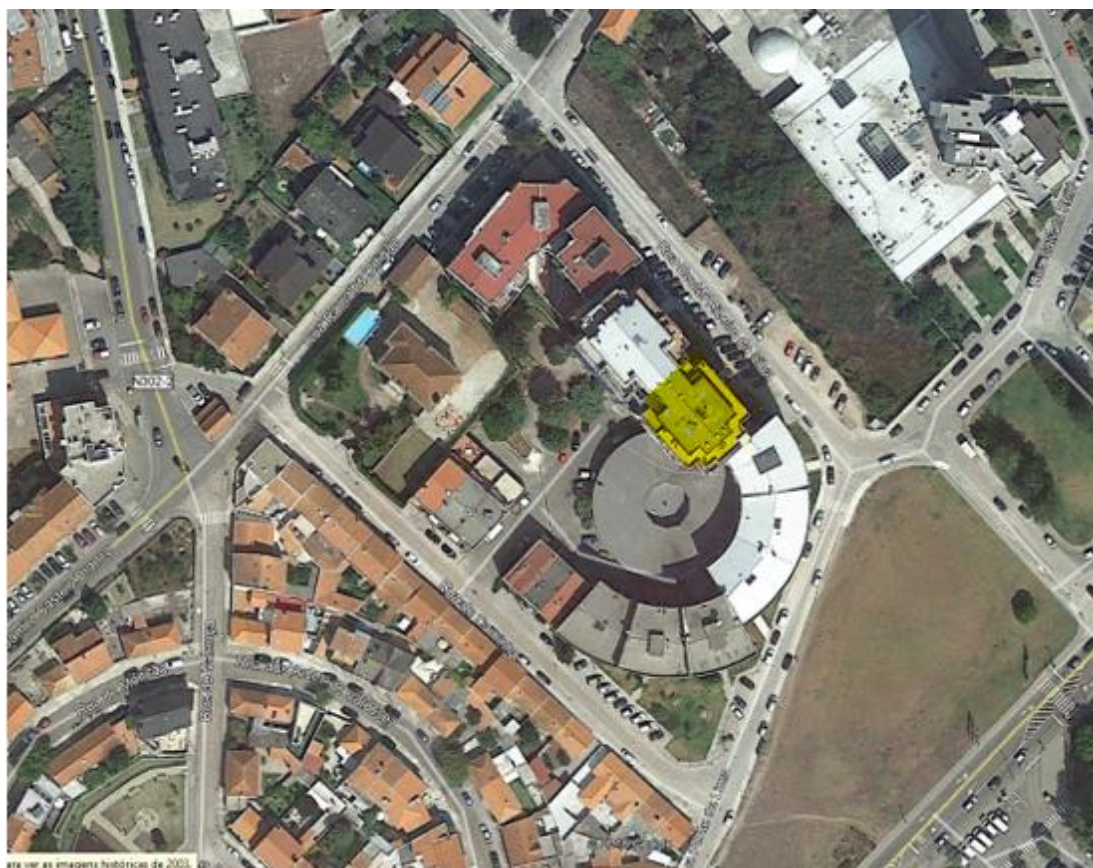
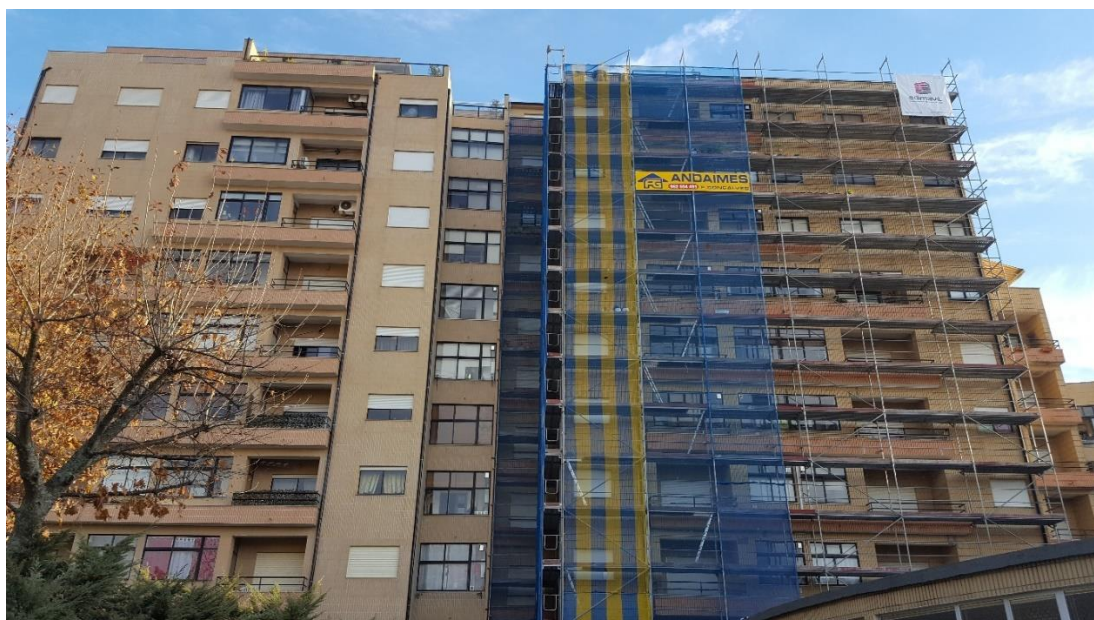


Figura 8: Fotografia aérea com delimitação do edifício; Google Maps, 2017.



O edifício alberga no Rés-do-chão um centro comercial numa localização central, assim como diversas lojas de tipologia comercial ao longo das fachadas principais. No entanto a grande maioria da ocupação é do tipo habitacional, estando dispersa pelos vários pisos em altura, sendo que no Rés-do-chão se encontram as diversas antecâmaras de acesso comum. Adicionalmente, existe um piso abaixo da cota de soleira que tem como principal funcionalidade o estacionamento das viaturas dos condóminos.

O loteamento confronta a Noroeste com a rua Ramalho Ortigão, a Nordeste com a rua Dr. Ribeiro da Silva, a Sudoeste com a rua de Caminha e a Sudeste com a rua Ponte de Lima voltada à foz do Rio Lima.



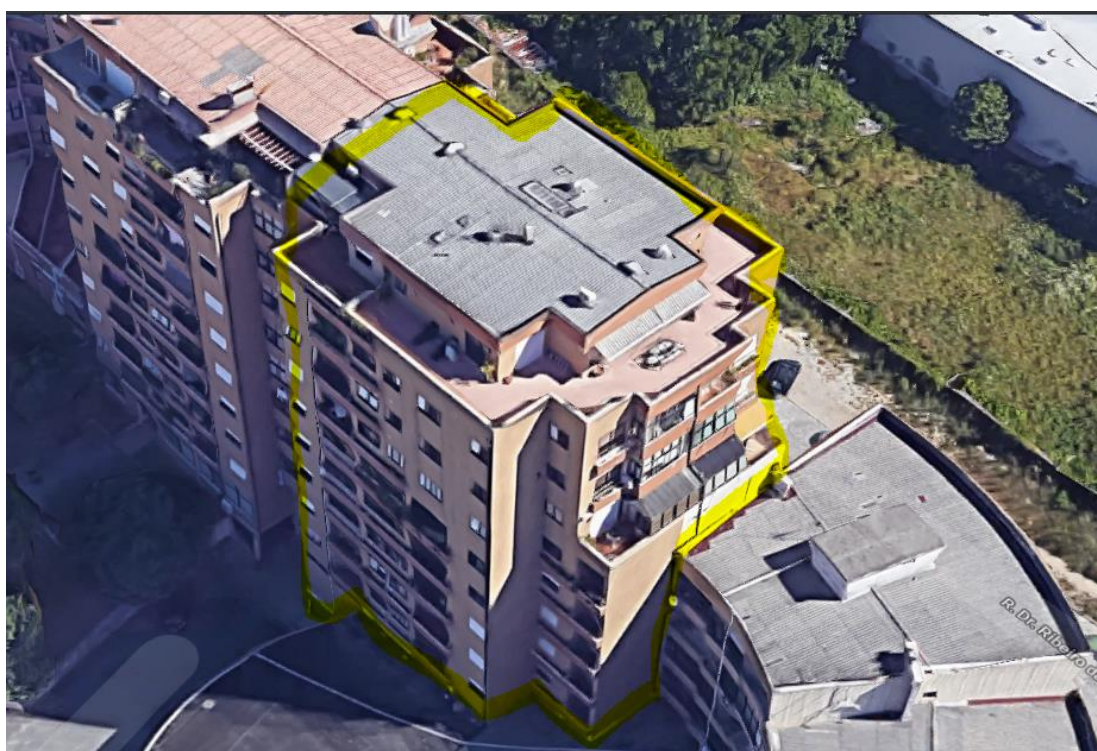
*Figura 9: Alçado tardoz do edifício após montagem de andaime normalizado e antes da intervenção.*

O lote abordado como caso de estudo são as fachadas correspondentes ao prédio sito rua Dr. Ribeiro da Silva, n.º 295, numa intervenção não estrutural.

### 3.1.1 – Caracterização arquitetónica

A nível Arquitetónico o loteamento tem uma forma geométrica de “U” em planta sendo que a frente principal e mais soalheira é virada a Sudeste e Sudoeste

com uma forma geométrica de meia-circunferência em planta com uma quebra na continuidade entre prédios. Esta frente é a mais preponderante visto estar desimpedida em considerável distância até à avenida Capitão Gaspar de Castro, sobressaindo a sua fachada devido à posição mais elevada em que se encontra relativamente à dita avenida, bem como da área verde ajardinada que entre elas existe, realçando-se a sua particular fachada circular revestida a lajetas cerâmicas coladas em tons de bege e laranja tijolo com o monte de Santa Luzia e a respetiva basílica em fundo de plano.



*Figura 10: Vista 3D com a delimitação do edifício; Google Maps 2019*

O centro comercial está situado numa zona mais central do loteamento, com uma forma circular em planta, confinada contra os prédios do loteamento. O acesso ao centro comercial é feito pela rua de Caminha, existindo no interior do “U” uma zona de estacionamento para os clientes, ou por uma passagem em túnel desde a rua Dr. Ribeiro da Silva para o interior do loteamento. Para além do estacionamento referido, existe nesta zona interior do loteamento, o acesso ao piso abaixo da cota de soleira para estacionamento dos moradores, bem como zonas ajardinada e recreativa e o pátio de acesso à passagem em túnel.

Para além das linhas circulares a fachada é predominantemente revestida a lajetas cerâmicas coladas tipo “Litocer” de 240x70x8mm de dimensão, com diversos balcões de Varandas com muretes e floreiras revestidos no mesmo material, pavimentos de Varandas revestidos com cerâmico laranja tijolo contrastando com os tetos e paredes interiores das mesmas em reboco areado pintado a branco. As caixilharias exteriores são em alumínio lacado a castanho escuro, assentes sobre soleiras de mármore bege claro. Os passeios limítrofes são em betão com lancis pré-fabricados e os arruamentos confrontantes em cubo de granito azul 11x11x11cm.



*Figura 11: Lajetas do tipo “Litocer”*

As coberturas são de vários tipos, existindo terraços nos últimos pisos em sistema de cobertura plana acessível revestida a cerâmicos, sobre o centro comercial em cobertura plana não acessível revestida a tela asfáltica autoprotégida mineral, bem como coberturas inclinadas em chapa metálica e fibrocimento com os respetivos rufos em alumínio lacado.

A maior parte das frações habitacionais são de tipologia T3 ou superior, os revestimentos são de média alta gama no interior em relação ao ano de construção, sendo os prédios dotados de caixa de escadas comum e elevadores.



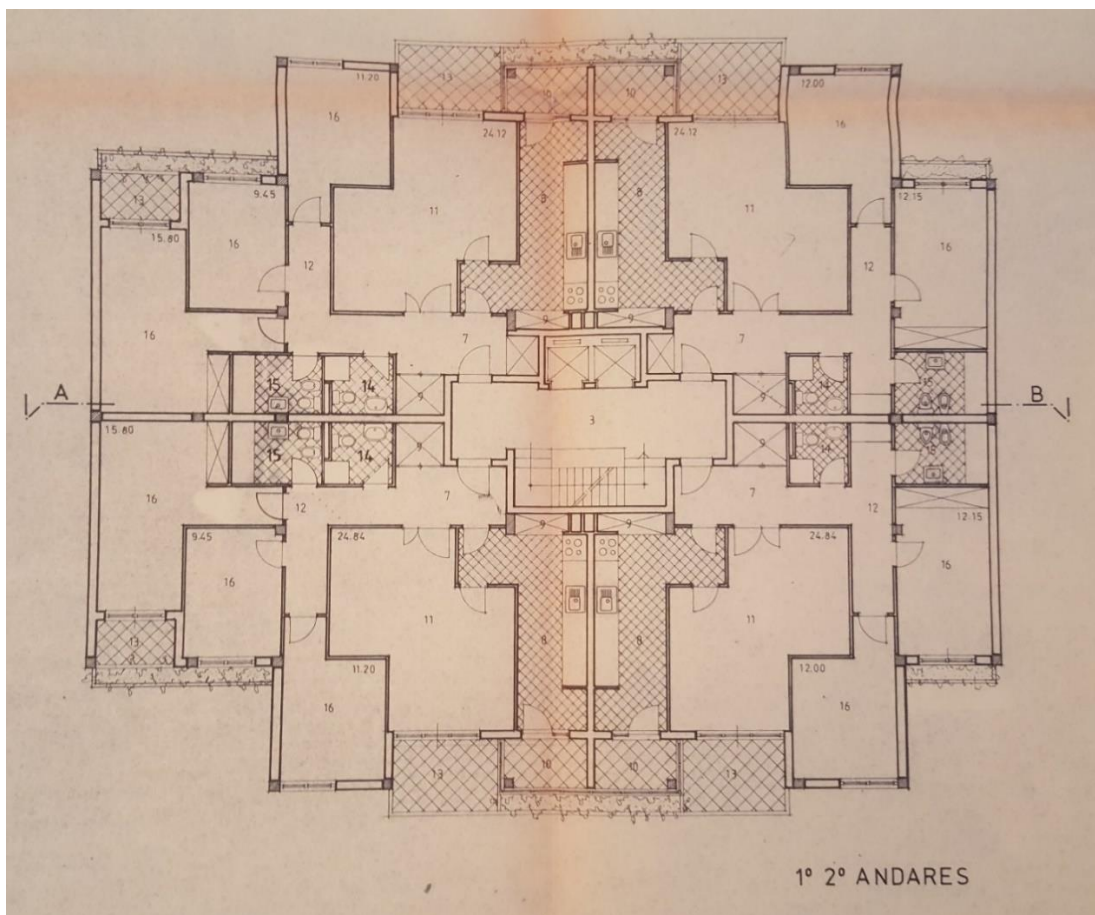


Figura 12: Planta 1º e 2º Andares

### 3.1.2 – Caracterização construtiva

A construção do edifício é típica dos anos 80 em Portugal, sendo que o advento das estruturas porticadas de betão armado já se fazia sentir em grande escala no país como principal solução estrutural. Assim, as fundações, bem como pilares e vigas são em betão armado moldado *in situ*, as lajes de piso são lajes aligeiradas compostas por vigotas pré-fabricadas de betão armado pré-esforçado e blocos cerâmicos de cofragem perdida com lâmina de compressão de betão armado com malha de aço eletrosoldada.

As alvenarias interiores divisórias são as características da época em tijolos cerâmicos com instalações prediais embebidas nas paredes na sua grande parte, ou no pavimento envoltas em betonilha de argamassa de cimento e areia para enchimento e regularização.

Os revestimentos interiores variam entre cerâmicos colados e pavimentos em soalho, paramentos verticais e tetos rebocados a argamassa de cimento e areia pintados, o mesmo se passando nos balções das varandas.

As fachadas são constituídas por parede dupla em tijolos cerâmicos revestidas a lajetas cerâmicas coladas tipo “Litocer” assentes com cimento cola e com junta aberta sem qualquer material de preenchimento.

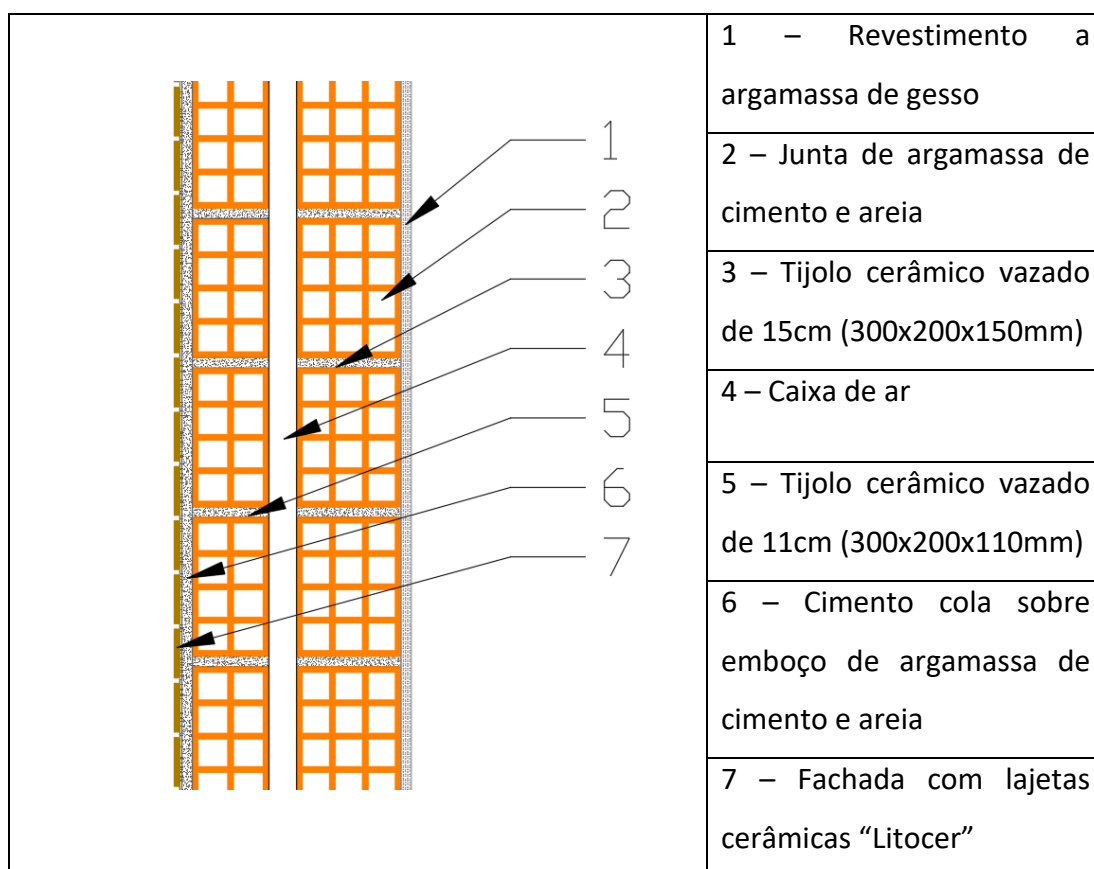
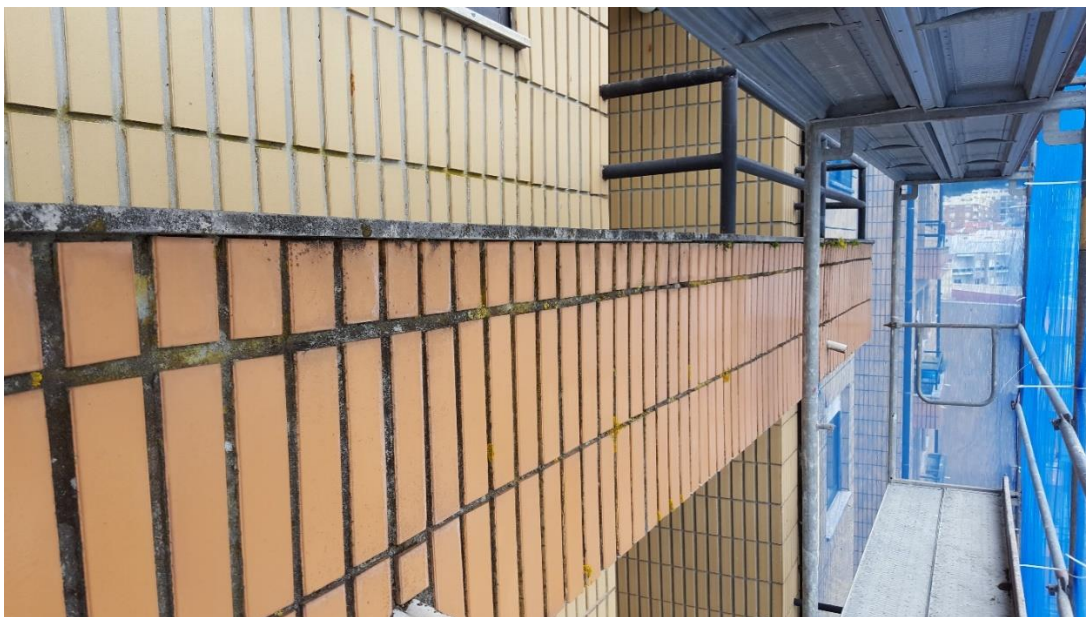


Figura 13: Corte tipo da fachada

A drenagem das águas pluviais das coberturas é realizada por meio de tubagens e acessórios à vista de PVC pintada. De notar a saída do sistema de exaustão com grelhas de PVC branco de 75x75mm.

Este edifício fazendo parte do parque edificado dos anos 80 necessitava de manutenção e apresentava diversas anomalias e patologias que requeriam a intervenção de forma a mitigar e/ou resolver os défices que existem, prolongando assim a vida útil do edificado.





*Figura 14: Foto da fachada do edifício pondo em evidência as lajetas "Litocer" com junta aberta*

### 3.2 – Levantamento e identificação de anomalias e patologias construtivas

As principais anomalias detetadas e do qual pretende a intervenção resolver e/ou mitigar, dependendo da sua natureza, estão essencialmente ligadas a infiltrações e humidades nos paramentos interiores das paredes das frações e foram identificadas na sua generalidade pelo levantamento realizado pelo técnico designado pelo Dono de Obra, e que foram vertidos no caderno de encargos e mapa de trabalhos fornecidos na fase de concurso.

Após a negociação e adjudicação da proposta ao empreiteiro, foi realizado um levantamento das anomalias com maior pormenor devido à existência de andaime normalizado pela face exterior das suas fachadas do edifício, o que permitiu o preenchimento de fichas de inspeção e diagnóstico pelo método simplificado de diagnóstico de anomalias que são apresentadas com detalhe no Anexo II, das quais podemos concluir as seguintes patologias identificadas:

- FDAS 01: Fissuração e destacamento do revestimento cerâmico nos paramentos de fachada
- FDAS 02: Fissuração e destacamento do revestimento cerâmico ao nível da ligação laje e murete de varanda

- FDAS 03: Deterioração e destacamento do revestimento em reboco pintado dos tetos das floreiras
- FDAS 04: Corrosão e deterioração dos guarda-corpos das varandas

Em suma, as principais patologias identificadas através das fichas de inspeção e diagnóstico pelo método simplificado de diagnóstico de anomalias, das quais derivam estas anomalias, estão principalmente ligadas à carência de impermeabilização nas floreiras, ao fraco desempenho do adesivo utilizado no revestimento cerâmico das fachadas “Litocer”, bem como à fraca resistência e à oxidação dos guarda-corpos.

Nesta fase não foi realizado um estudo exaustivo de todas as anomalias que mais tarde foram tratadas, tendo sido focadas as principais anomalias das quais se realizou as fichas de inspeção e diagnóstico. No entanto, não podemos deixar de incluir as outras anomalias detetadas em fase de execução e que foram também intervencionadas:

- Oxidação e deterioração das fixações mecânicas, abraçadeiras, dos tubos de queda das águas pluviais;
- Deterioração dos ramais de descarga das varandas, terraços e floreiras;
- Deterioração da superfície das peças de remate do coroamento dos muretes de varandas, terraços e floreiras;
- Deterioração das grelhas de exaustão dos equipamentos de águas quentes sanitárias, AQS.
- Falta de pintura nos armários dos contadores da rede de gás e respetivas calhas técnicas de passagem das instalações.
- Deterioração da pintura da porta de peões de acesso aos estacionamento no Piso -1.





Apesar de ser um número considerável de anomalias detetadas em fase de execução, não constituem os pontos críticos da intervenção identificados inicialmente pelas fichas de diagnóstico de anomalias, sendo intervenções não desprezáveis no enquadramento global da empreitada.



### 3.3 – Análise interpretativa de anomalias e patologias

Do preenchimento das fichas de inspeção e diagnóstico, podemos fazer uma análise interpretativa das anomalias e patologias encontradas na fachada do edifício através do seu contexto, manifestações e outras evidências conforme se resume na Tabela 1.

*Tabela 1: Causas possíveis das anomalias*

Anomalia detetada	Causas possíveis	Foto
Fissuração e destacamento do revestimento cerâmico nos paramentos de fachada.	Variação geométrica das dimensões das peças cerâmicas devido a variação térmica, através de radiação solar direta e/ou temperatura ambiente.	
Fissuração e destacamento do revestimento cerâmico ao nível da ligação laje e murete de varanda.	Variação geométrica das dimensões das peças cerâmicas devido a variação térmica, através de radiação solar direta e/ou temperatura ambiente.	
Deterioração e destacamento do revestimento em reboco pintado dos tetos das floreiras.	Floreiras carecem de impermeabilização adequada.	

Corrosão e deterioração dos guarda-corpos das varandas.	Guarda corpo com baixa resistência à corrosão por oxidação do ferro.	
Oxidação e deterioração das fixações mecânicas, abraçadeiras, dos tubos de queda das águas pluviais.	Fixações mecânicas, abraçadeiras, com baixa resistência à corrosão por oxidação do ferro.	
Deterioração dos ramais de descarga das varandas, terraços e floreiras.	Obstrução, deterioração do material PVC dos tubos de drenagem, principalmente devido aos raios UV.	
Deterioração da superfície das peças de remate do coroamento dos muretes de varandas, terraços e floreiras.	Desgaste do material em pedra natural de grande porosidade.	
Deterioração das grelhas de exaustão dos equipamentos de águas quentes sanitárias, AQS.	Deterioração do material PVC dos tubos de drenagem, principalmente devidos aos raios UV.	

<p>Falta de pintura dos armários nos contadores da rede de gás e respectivas calhas técnicas de passagem das instalações.</p>	<p>Falta de pintura.</p>	
<p>Deterioração da pintura da porta de peões de acesso aos estacionamentos no Piso -1.</p>	<p>Desgaste normal da pintura pela ação das chuvas e temperaturas elevadas.</p>	



## CAPÍTULO IV – EXECUÇÃO

### 4.1 – Soluções construtivas e tecnológicas implementadas na execução




A escolha do material a aplicar como solução tecnológica requer um elevado conhecimento dos materiais, adjuvantes e outros químicos existentes no mercado, visto que uma solução tecnológica não sendo a perfeita, porque não existem, deve-a ser a mais aproximada e otimizada para a anomalia existente nas suas circunstâncias e contexto.

Assim sendo, foi realizada uma intervenção conforme as soluções propostas na Tabela 2.

*Tabela 2: Soluções propostas para as anomalias*

Anomalia detetada	Solução proposta	Foto
Fissuração e destacamento do revestimento cerâmico nos paramentos de fachada	Saneamento, picagem das peças prestes a destacar, picagem ao nível das fissuras, regularização do suporte e aplicação de novo material do mesmo tipo com cimento cola melhorado.	
Fissuração e destacamento do revestimento cerâmico ao nível da ligação laje e murete de varanda	Saneamento, picagem das peças prestes a destacar, picagem ao nível das fissuras, regularização do suporte	



	e aplicação de novo material do mesmo tipo com cimento cola melhorado.	
Deterioração e destacamento do revestimento em reboco pintado dos tetos das floreiras	Saneamento picagem e posterior regularização com argamassa de cimento e areia com acabamento areado. Saneamento e aplicação de impermeabilização com tela asfáltica mineral autoprotégida.	
Corrosão e deterioração dos guarda-corpos das varandas	Corte do segmento corroído no alinhamento são mais próximo, saneamento, lixagem, soldadura com o mesmo material, mas novo, nivelamento da soldadura e nova pintura na mesma cor.	
Oxidação e deterioração das fixações mecânicas, abraçadeiras, dos tubos de queda das águas pluviais	Desmontagem das abraçadeiras existentes e substituição por abraçadeiras novas.	

Deterioração dos ramais de descarga das varandas, terraços e floreiras	Remoção e substituição por ramais de descarga novos.	
Deterioração da superfície das peças de remate do coroamento dos muretes de varandas, terraços e floreiras	Limpeza superficial e aplicação de verniz.	
Deterioração das grelhas de exaustão dos equipamentos de águas quentes sanitárias, AQS	Desmontagem das grelhas existentes e substituição por grelhas novas de 75x75mm.	
Falta de pintura dos armários nos contadores da rede de gás e respetivas calhas técnicas de passagem das instalações.	Limpeza superficial e aplicação de pintura.	
Deterioração da pintura da porta de peões de acesso aos estacionamento no Piso -1.	Limpeza superficial e aplicação de pintura.	

Torna-se indispensável, no seguimento do referido anteriormente, fazer um bom diagnóstico, afinar a solução tecnológica conforme a oferta do mercado e assim



aplicá-la, atendendo também ao contexto, mas sempre respeitando as orientações das fichas técnicas dos produtos.

A Tabela 3 apresenta os materiais e equipamentos utilizados para cada tarefa executada em obra para a correção das anomalias detetadas.

*Tabela 3: Materiais e equipamentos utilizados por artigo.*

Artigo	Material e Equipamento
Montagem, manutenção e desmontagem de estaleiro de obra, constituído pelas devidas vedações e/ou proteções, incluindo andaime normalizado.	Andaime normalizado incluindo todas as pranchas, guardas, contraventamentos, alçapões e ancoragens; Rede mosquiteira de proteção; Equipamentos de apoio à execução como betoneira, rebarbadora, máquina de soldar, etc.
Lavagem de toda a fachada a jato de água de pressão controlada.	Máquina de jato de água de pressão controlada.
Picagem de material de revestimento cerâmico e rebocos deteriorados.	Martelo e ponteiro; Balde para detritos.
Tratamento e regularização de fissuras.	Rede de fibra de vidro; Argamassa de cimento e areia e betoneira.
Colagem de cerâmicos idênticos aos existentes com cimento cola de alto desempenho.	Cerâmicos com dimensões idênticas aos existentes; Cimento cola Weber®, ou equivalente; Adjuvante de alto desempenho: Poudr'ader™ da Labo Portugal®, ou equivalente.

Preenchimento de juntas à face do cerâmico com material hidrófugo, incluindo limpeza das juntas e execução de acabamento areado com esponja húmida.	Argamassa de cimento e areia e betoneira.  Adjuvante hidrófugo e plastificante: HED™ da Labo Portugal®, ou equivalente;  Esponja húmida e balde com água.
Lixagem de superfície de cerâmicos de forma a criar aderência a tinta apropriada para acabamento igual aos cerâmicos existentes, incluindo a pintura.	Rebarbadora dotada de disco abrasivo do tipo diamante.  Tinta flexível própria para exteriores tipo Nováqua HD™ da CIN®, ou equivalente, à cor do paramento de cerâmicos existente.
Nova pintura de superfícies de reboco areado de argamassa de cimento e areia nos muretes, paredes laterais e teto das varandas.	Tinta flexível própria para exteriores tipo Nováqua HD™ da CIN®, ou equivalente.
Execução de impermeabilização de floreiras com tela asfáltica autoprotégida e primário de pintura betuminosa.	Primário de pintura betuminosa da Texsa®, ou equivalente.  Tela asfáltica autoprotégida tipo 4kg/m2 Texsa®, ou equivalente;  Maçarico com botija de gás.
Reparação dos guarda corpos das varandas através de corte, soldadura de novos segmentos e nova pintura idêntica à existente.	Rebarbadora dotada de disco abrasivo do tipo ferro;  Máquina de soldar com os devidos consumíveis;  Tinta de esmalte na cor idêntica à existente do tipo CIN®, ou equivalente.
Revisão das fixações mecânicas, abraçadeiras, dos tubos de queda das águas pluviais.	Chave de fendas, buchas e alicate;  Abraçadeiras.

Substituição dos ramais de descarga das varandas, terraços e floreiras.	Martelo e ponteiro; Tubo de PVC diâmetro 25mm.
Aplicação de verniz na superfície das peças de remate do coroamento dos muretes de varandas, terraços e floreiras.	Máquina de jato de água de pressão controlada; Verniz sintético do tipo Sika®, ou equivalente.
Substituição das grelhas de exaustão dos equipamentos de águas quentes sanitárias, AQS.	Chave de fendas, buchas e alicate; Grelhas de 75x75mm em PVC brancas.
Pintura dos armários nos contadores da rede de gás e respetivas calhas técnicas de passagem das instalações.	Tinta flexível própria para exteriores tipo Nováqua HD™ da CIN®, ou equivalente, à cor do paramento de cerâmicos existente.
Pintura da porta de peões de acesso aos estacionamento no Piso -1.	Lixa; Tinta de esmalte na cor idêntica à existente do tipo CIN®, ou equivalente.

De forma a que todo o processo se tenha desenvolvido com mínimo de incidentes possíveis em obra, para além da já referida atenção às fichas técnicas de produto, a temperatura ambiente e demais fatores climatéricos, assim como tempos de secagem, presa foram cumpridos de forma a que a boa execução fosse garantida.

No Anexo III podemos consultar as fichas de produto do adjuvante hidrófugo e plastificante: HED™ da Labo Portugal® e o Adjuvante de alto desempenho, Poudr'ader™ da Labo Portugal® que fazem parte da principal intervenção a nível de volume de trabalho realizado, ou seja, o preenchimento das juntas da fachada.

#### 4.2 – Estudo de durabilidade

Tendo como objetivo a análise da implementação das soluções de reabilitação para avaliação da sua eficácia é estudado a sua durabilidade num cenário pós 12 meses de execução. Assim, decorrida as diferentes estações de aquecimento e

arrefecimento, é possível avaliar o comportamento das principais soluções adotadas, verificando as possíveis carências na intervenção, assim como identificando possibilidades de melhoria futura.

Deste modo, foram realizadas visitas à obra de forma a fazer o levantamento do cenário pós 12 meses, através de registo fotográfico e análise por observação do executado. Sendo que foram focadas as principais anomalias detetadas pelas fichas de inspeção e diagnóstico.

Estabelece-se na Tabela 4 abaixo o resultado do levantamento efetuado relativamente às principais anomalias detetadas na intervenção.

*Tabela 4: Anomalias detetadas e cenário pós intervenção 12 meses*

<b>Anomalia detetada</b>	<b>Foto pós – intervenção 12 meses</b>
Fissuração e destacamento do revestimento cerâmico nos paramentos de fachada	
Fissuração e destacamento do revestimento cerâmico ao nível da ligação laje e murete de varanda	

<p>Deterioração e destacamento do revestimento em reboco pintado dos tetos das floreiras</p>	
<p>Corrosão e deterioração dos guarda-corpos das varandas</p>	

De um modo geral pode concluir-se que a intervenção foi bem conseguida, as principais consequências/manifestações das anomalias foram corrigidas e as causas mitigadas ou corrigidas.

O preenchimento das juntas com argamassa aditivada não apresenta qualquer fissuração, sendo um ponto extremamente positivo dada a exposição as variações de temperatura da fachada. A pintura dos tetos das floreiras não apresenta qualquer mancha ou deterioração, pelo que se pressupõe o sucesso da medida corretiva de impermeabilização das floreiras. As guardas metálicas mantêm o seu estado desde a reparação, mas prevê-se que as correções pontuais que sofreram possam não ser suficientes a longo prazo devido que à proximidade do mar devido aos sais no ar e ao ambiente húmido que os nevoeiros frequentes manifestam nesta região.

### 4.3 – Possíveis soluções de reabilitação alternativas

Neste capítulo pretende-se estudar soluções alternativas que poderiam ter sido implementadas na resolução e/ou mitigação das patologias identificadas, de forma a fazer uma análise crítica em comparação com as soluções executadas.

Esta análise recai apenas sobre a principal intervenção na fachada, ou seja, o tratamento das juntas dos cerâmicos “Litocer” e as guardas metálicas das varandas e terraços.

Deste modo, serão estudadas as seguintes soluções:

- Isolamento térmico pelo exterior (ITE) com aplicação de ETICS de 6cm;
- Novo revestimento cerâmico das fachadas;
- Substituição integral por guardas das varandas.

#### 4.3.1 – Isolamento térmico pelo exterior (ITE)

Como primeira solução alternativa temos o ETICS (External Thermal Insulation Composite System) como solução de isolamento térmico pelo exterior, com a vantagem de revestir toda a fachada aumentando consideravelmente o desempenho térmico da fachada, bem como capacitando-a de alguma proteção à humidade. Previamente seriam removidos os cerâmicos em perigo de destaque, lavada toda a fachada a jato de água e posteriormente procederia à normal aplicação do sistema ETICS como na Figura 15.

Considerando a aplicação de ETICS com placas de isolamento em EPS 100 com uma espessura de 6cm com uma condutibilidade térmica de 0,036 W/m.°C, obteríamos as seguintes vantagens na fachada, nomeadamente:

- Aumento do desempenho térmico da fachada da envolvente exterior de mais de 1,67 de resistência térmica ( $\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{W}$ ) perfazendo uma resistência térmica total de 2,70  $\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{W}$ ;
- Diminuição das pontes térmicas planas e lineares;
- Aumento da resistência à humidade;
- Correção do aspeto e preenchimento das fissuras nos paramentos de fachada.

Como desvantagens teríamos:

- Maior custo de execução do que a solução executada;
- Menor resistência mecânica nas zonas acessíveis.

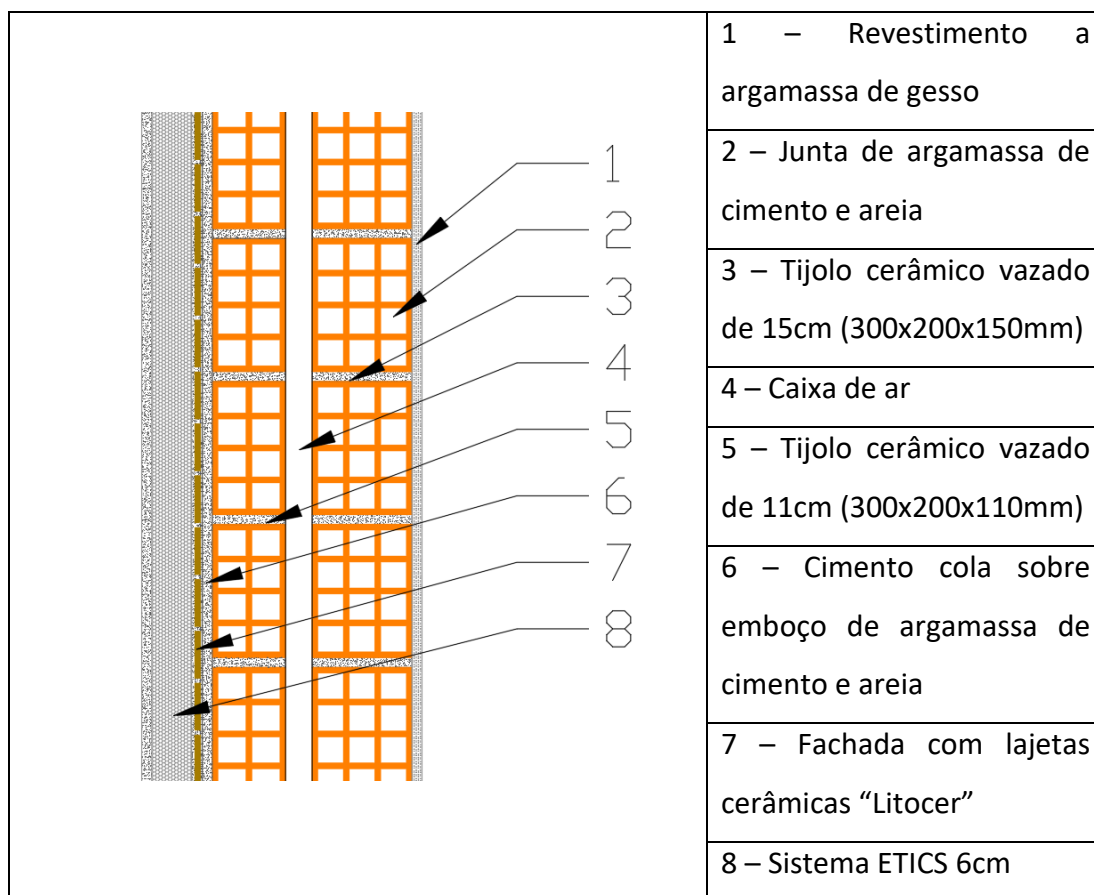


Figura 15: Corte tipo da fachada com ETICS 6cm

Tabela 5: Diferença entre solução ETICS e solução executada

Valor da Solução Executada	Valor da Solução Alternativa	Diferença
8 €/m <sup>2</sup>	30 €/m <sup>2</sup>	22 €/m <sup>2</sup>

#### 4.3.2 – Novo revestimento cerâmico

Esta solução passaria por aplicar um novo revestimento cerâmico no lugar do existente recorrendo a uma cola adesiva própria para o efeito. Os cerâmicos existente seriam todos removidos, o excesso de cola existente picado e posteriormente seriam aplicados novos cerâmicos com cola adesiva própria para o efeito com o respetivo preenchimento das juntas.

Desta solução retiraríamos como vantagens:

- Remoção integral dos cerâmicos degradados e em perigo de destaque;
- Correção do aspeto e preenchimento das fissuras nos paramentos de fachada;

Do lado das desvantagens apresentam-se:

- Solução economicamente mais desfavorável do que a executada;
- Pode sofrer de fissuração do preenchimento de juntas devido as variações térmicas sentidas nas fachadas.

*Tabela 6: Diferença entre solução de novos cerâmicos e solução executada*

Valor da Solução Executada	Valor da Solução Alternativa	Diferença
8 €/m <sup>2</sup>	22 €/m <sup>2</sup>	14 €/m <sup>2</sup>

#### 4.3.3 – Substituição integral por guardas das varandas

A substituição integral das guardas das varandas em ferro fundido por guardas em alumínio seria uma das soluções alternativas de maior importância devido à localização do edifício em ambiente marítimo, próprio de causar corrosão ao longo do tempo e indeterminadamente devido as sais e humidade no ar.

Assim é proposta a substituição das guardas por alumínio, visto este ser próprio para este tipo de ambientes, apresentando as seguintes vantagens:

- Guardas novas sem emendas à vista ou outro tipo de imperfeições, próprias da natureza da intervenção efetuada;
- Maior proteção contra a corrosão a todos os prazos.

Desvantagens:

- Maior custo para esta substituição integral do que para as correções pontuais executadas.

*Tabela 7: Diferença entre solução de novos cerâmicos e solução executada*

Valor da Solução Executada	Valor da Solução Alternativa	Diferença
9 €/ml	80 €/ml	71 €/ml



## CAPÍTULO V – CONCLUSÕES

### 5.1 – Conclusões gerais

A execução dos trabalhos de reabilitação seguiu o preconizado no projeto de reabilitação, traduzido nas fichas de inspeção e diagnóstico. Após a realização de um estudo de durabilidade num cenário pós-12 meses de reabilitação, constata-se que a evolução do desempenho das áreas reabilitadas é favorável, antevendo-se desta forma que o período de vida útil do edifício possa ser amplamente alargado.

O levantamento e análise das anomalias, bem como o seu estudo permitiu, identificar causas e definir as estratégias apropriadas para a intervenção, que foram traduzidas em processos construtivos e soluções tecnológicas de produtos e materiais a adotar. Este processo foi devidamente preparado de forma a que estas soluções fossem as mais adequadas de forma a que intervenção corrigisse ou mitigasse as anomalias e patologias detetadas.

Para obtermos as melhores conclusões possíveis foi importante estudar a eficácia das soluções executadas através da avaliação *in situ* um ano após o processo de reabilitação, que permitiu avaliar a implementação dos trabalhos executados num estudo pós 12 meses de execução.

Da análise estabelecida conclui-se o seguinte:

- A solução de reabilitação implementada foi aquela que procurou preservar a solução arquitetónica original
- Foi melhorado o tratamento das juntas em relação à solução original, reforçando a impermeabilização da fachada;
- Foram complementarmente inutilizadas as floreiras, tendo sido efetuada a sua reparação, o seu tratamento de impermeabilização e a sua drenagem, sendo expressamente vedada o preenchimento com terra vegetal e colocação de plantas de modo a evitar a perfuração das telas pelas suas raízes;

- Foram tratadas superficialmente as pedras de remate dos muretes melhorando a sua impermeabilização superficial e escoamento das águas pluviais;
- Foi melhorada a fixação mecânica dos tubos de queda e ligação dos ramais ao sistema de águas pluviais.

No que diz respeito às soluções de reabilitação alternativas estudadas, de todas as estudadas aquela que traria um maior impacto a longo prazo seria a substituição integral das guardas por umas novas em alumínio uma vez que devido à localização do edifício em ambiente marítimo prevê-se que a corrosão volte a deteriorar as guardas existentes.

## 5.2 – Conclusões particulares

Volvido um ano sobre os trabalhos de reabilitação observa-se que a fachada e seus elementos constituintes mantêm o seu desempenho à data de entrega provisória da obra.

Contudo, apesar dos esforços desenvolvidos foram identificados os seguintes pontos de melhoria:

- O tratamento preparatório das pedras de remate dos muretes deveria ter sido melhor visto que existem alguns detritos e pós que ficaram agarrados ao verniz;
- O aumento do calibre dos drenos das floreiras seria uma mais valia em circunstâncias de pluviosidade atípica; a substituição das guardas de ferro por alumínio seria preponderante visto o ambiente marítimo onde se situa o edifício;
- A aplicação de um hidrófugo à superfície do cerâmico de fachada cobrindo juntas e cerâmicos também seria uma mais valia para colmatar ainda deficiências a nível de impermeabilização.

Destaca-se também que é importante manter sobre observação o efeito da fissuração longitudinal na ligação entre murete de varandas e terraços e lajes de piso de modo a prevenir a fissuração a longo prazo.

### 5.3 – Trabalhos e desenvolvimentos futuros

Como trabalhos e desenvolvimentos futuros desta dissertação de mestrado propõe-se um estudo de durabilidade em uso num período mais alargado de utilização de forma a poder a eficácia a longo prazo do processo de reabilitação efetuado, materiais e processos construtivos.

## CAPÍTULO VI – BIBLIOGRAFIA

1. Edimavil. [Online] 24 de 7 de 2019. <http://www.edimavil.pt>.
2. Salgado Lameiras, João. *Contributo para a elaboração de um manual de apoio à reabilitação de edifícios das décadas de 60, 70 e 80*. Porto : Universidade do Porto, FEUP, 2010.
3. *Reabilitação urbana enquanto desígnio nacional; O papel dos engenheiros e da Engenharia*. Mineiro Aires, Carlos. s.l. : Ingenium, 2018, Vol. Maio/Junho 2018.
4. *A reabilitação é o futuro*. Appleton, João. s.l. : Ingenium, 2018, Vol. Maio/Junho 2018.
5. CMVC, Câmara Municipal de Viana do Castelo. *Delimitação da Área de Reabilitação Urbana - Cidade Norte, Memória Descritiva e Justificativa*. Viana do Castelo : s.n.
6. Martins Santos, Diogo. *Processos de construção na reabilitação estrutural de edifícios antigos*. Lisboa : Insituto Superior de Engenharia de Lisboa, 2013.
7. INE, Instituto Nacional de Estatística.
8. Pereira, Manuel F. Paulo. *Anomalias em Paredes de Alvenaria sem Função Estrutural*. Guimarães : s.n., 2005.
9. Dourado de Carvaho, Luís Miguel. *Levantamento e identificação de manifestações patológicas em fachadas de edifícios antigos da baixa portuense*. Porto : Instituto Superior de Engenharia do Porto, 2013.
10. BRE, Building Research Establishment. *Defect Action Sheet*.
11. LNEC, Laboratório Nacional de Engenharia Civil. *Fichas de Reparação de Anomalias*. 1985.

12. CIB, *International Council for Research and Innovation in Building and Construction. Cases of Failure Information Sheet*. 1993.
13. *Diagnóstico, Levantamento e Controlo de Qualidade em Estruturas e Fundações, Lda*. [Online] [Citação: 19 de 11 de 2018.] <http://www.oz-diagnostico.pt>.
14. AQC, *Agence Qualité Construction*. [Online] [Citação: 19 de 11 de 2018.] <http://www.qualiteconstruction.com>.
15. *Grupo de Estudos da Patologia da Construção, PATORREB*. [Online] <http://patorreb.com/pt/>.
16. Lima, C. *Análise de anomalias. Métodos simplificados. Dissertação de Mestrado*. Porto : FEUP, 2009.
17. Soeiro, A., Taborda, R. *Análise de Patologias - Metodologia de Quantificação "Causa-Efeito". 2º Encontro sobre Conservação e Reabilitação de Edifícios de Habitação*. LNEC, 1994.
18. Calejo, R. *Gestão de edifícios - Modelo de simulação técnico-económica. Dissertação de Doutoramento*. Porto : FEUP, 2001.
19. Calejo, R. Westcost, P. *Sistema pericial de apoio ao diagnóstico de patologias em edifícios*. Porto : FEUP, 2º Encontro sobre Conservação e Reabilitação de Edifícios de Habitação.
20. Silvestre, J. *Sistema de Apoio à Inspeção e Diagnóstico de Anomalias em Revestimentos de Cerâmicos Aderentes. Dissertação de Mestrado*. s.l. : IST, 2005.
21. Lopes, T. *Fenómenos de pré-patologia em Manutenção de Edifícios. Aplicação ao revestimento ETICS. Dissertação de Mestrado*. Porto : FEUP, 2005.